

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001091829 A**(43) Date of publication of application: **06.04.01**

(51) Int. Cl.

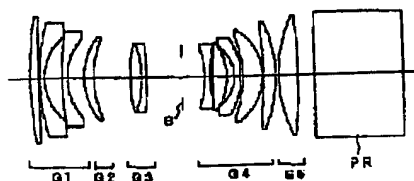
G02B 15/16
G02B 13/16(21) Application number: **11266110**(22) Date of filing: **20.09.99**(71) Applicant: **RICOH OPT IND CO LTD**(72) Inventor: **KONO YOSHITSUGU**(54) **PROJECTION ZOOM LENS** $0.7 \cdot f_T / f_w < f_p T / f_p w < 1.3 \cdot f_T / f_w$. (4) $v_1 > 55$.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2001, JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a projection zoom lens being suitable for a three-plate projector.

SOLUTION: This zoom lens is constituted by disposing a 1st to a 5th groups in this order from an enlargement side and provided with a diaphragm S between the 3rd and the 4th groups. The 1st group G1 has negative refractive power and the 2nd group G2, the 3rd group G3, the 4th group G4 and the 5th group G5 have positive refractive power. When a projection distance is changed, the 1st group G1 is moved in the optical axis direction in order to keep the conjugate relation between a plane image and a projection image. When power is varied, the 1st group G1 and the 5th groups G5 are fixed and the 2nd group G2, the 3rd group G3 and the 4th group G4 are moved in the optical axis direction. Besides, the groups are constituted so as to satisfy conditions (1)-(4). (1) $0.3 < |f_1| / f_2 < 0.6$. (2) $0.5 \cdot f_T / f_w < DH_w / DHT < 1.1 \cdot f_T / f_w$. (3)



- (1) $0.3 < |f_1| / f_2 < 0.6$
 (2) $0.5 \cdot f_T / f_w < DH_w / DHT < 1.1 \cdot f_T / f_w$
 (3) $0.7 \cdot f_T / f_w < f_p T / f_p w < 1.3 \cdot f_T / f_w$
 (4) $v_1 > 55$

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-91829
(P2001-91829A)

(43) 公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/16		G 0 2 B 15/16	2 H 0 8 7
13/16		13/16	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平11-266110

(22) 出願日 平成11年9月20日 (1999.9.20)

(71) 出願人 000115728

リコー光学株式会社

岩手県花巻市大畑第十地割109番地

(72) 発明者 河野 義次

岩手県花巻市大畑第十地割109番地・リコ

ー光学株式会社内

(74) 代理人 100067873

弁理士 樺山 亨 (外1名)

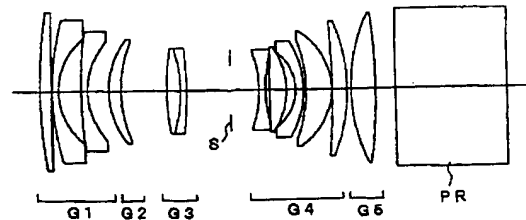
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投射用ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 3 板用プロジェクタに適した投射用ズームレンズを実現する。

【解決手段】 拡大側から順に、第1ないし第5群を配してなり、第3群と第4群の間に絞り S を有し、第1群 G 1 は負の屈折力、第2群 G 2、第3群 G 3、第4群 G 4、第5群 G 5 は正の屈折力をそれぞれ有し、投射距離が変化するとき、平面画像と投射像とを共役関係に保つため、第1群 G 1 が光軸方向に移動を行い、変倍に際しては、第1群 G 1 及び第5群 G 5 が固定で、第2群 G 2、第3群 G 3、第4群 G 4 が光軸方向に移動を行い、条件 (1) ~ (4) を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】平面画像を拡大して投射結像させる投射用ズームレンズであって、

拡大側から順に、第1ないし第5群を配してなり、第3群と第4群の間に絞りを有し、

第1群は負の屈折力、第2群、第3群、第4群、第5群は正の屈折力を、それぞれ有し、

投射距離が変化するとき、平面画像と投射像とを共役関係に保つため、第1群が光軸方向に移動を行い、

変倍に際しては、第1群及び第5群が固定で、第2群、第3群、及び第4群が光軸方向に移動を行い、

f_1 ：第1群の焦点距離、

f_2 ：第2群の焦点距離、

f_w ：広角端における全系の焦点距離、

f_T ：望遠端における全系の焦点距離、

DH_w ：広角端における第2群の最も拡大側寄りの面から、第2群から第5群までの合成の拡大側主点位置までの距離、

DH_T ：望遠端における第2群の最も拡大側寄りの面から、第2群から第5群までの合成の拡大側主点位置までの距離、

f_{pw} ：広角端における第2群から第5群までの合成の焦点距離、

f_{pT} ：望遠端における第2群から第5群までの合成の焦点距離、

ν_1 ：第1群を構成する凹レンズの材質の、アッペ数の平均値、

とするとき、これらが、条件：

$$(1) 0.3 < |f_1| / f_2 < 0.6$$

$$(2) 0.5 \cdot f_T / f_w < DH_w / DH_T < 1.1 \cdot f_T / f_w$$

$$(3) 0.7 \cdot f_T / f_w < f_{pT} / f_{pw} < 1.3 \cdot f_T / f_w$$

$$(4) \nu_1 > 55$$

を満足することを特徴とする投射用ズームレンズ。

【請求項2】請求項1記載の投射用ズームレンズにおいて、

第1群における少なくとも1つのレンズ面が非球面であることを特徴とする投射用ズームレンズ。

【請求項3】請求項1または請求項2記載の投射用ズームレンズにおいて、

第2群における少なくとも1つのレンズ面が非球面であることを特徴とする投射用ズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は投射用ズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】液晶パネルに表示された画像を、スクリーン等の投影媒体上に拡大投射して拡大画像を表示する

液晶プロジェクタが、ビデオ画像再生用やコンピュータのデータ表示用等として、近来、広く普及してきている。なかでも、赤・青・緑の各色画像を別個の液晶パネルに表示する「3板式プロジェクタ」は所謂単板式のものに比して画像が高精細であり、普及率も高い。プロジェクタにおける投射レンズは、スクリーンサイズに応じて投影画像の大きさを容易に調整できるように、ズーム機能を有するものが一般的である。3板式プロジェクタに用いられる投射用ズームレンズには、一般に以下のような属性が求められる。

①焦点距離に比して長いバックフォーカスを有すること。3枚の液晶パネルにより強度変調された各光束を、ダイクロイックプリズムやダイクロイックミラー等の「色合成手段」で合成するために、色合成手段を配備するための空間が必要であり、この空間を確保できるようにするためである。

【0003】②縮小側、即ち、液晶パネル側においてテレセントリック性を持つこと。プロジェクタは低電力で高い光利用効率を得ることが望ましいが、各色光の光路を合成する際、色合成手段に入射する光の角度が画角により異なると色シェーディングが発生しやすいので、光源部から投射レンズに入射する光は光軸に対して平行に近い光束を用いるのが良い。このため、投射用ズームレンズが、光源側からの平行光束を効率良く取り込めるようにするためである。

【0004】③Fナンバーの小さい、明るいレンズであること。低電力の光源でも明るい画像を表示できるように、光源からの光を効率良く取り込めるようにするためである。

【0005】④倍率の色収差が小さく抑えられていること。スクリーン上で、3色を重ね合わせたとときに、各色の画素が互いにずれると良好なカラー画像を実現できず、投射画像の辺縁部に緑、青、赤などの縁が現れて像質を損なうので、これを防止するためである。

【0006】⑤歪曲収差が良好に補正されていること。歪曲収差により、投射された画像の輪郭が歪んで見苦しくならないようにするためである。

⑥高いMTF、解像力を備えていること。液晶パネルに表示された画像を忠実に再現するためである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、上記各属性の良好な投射用ズームレンズの実現を課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明の投射用レンズは、平面画像を拡大して投射結像させる投射用ズームレンズである。この発明の投射用レンズは上述した3板式プロジェクタ用の投射用レンズとして特に好適であるが、3板式プロジェクタに限らず、単板式プロジェクタや、一般のプロジェクタ用の投射用レンズとしても好適に使用できる。この発明の投射用ズームレンズは、図1

に例示するように、拡大側（図の左方）から順に、第1群G1～第5群G5を配してなり、第3群G3と第4群G4の間に絞りSを有する。第1群G1は「負の屈折力」を持つ。第2群G2、第3群G3、第4群G4、第5群G5は、何れも「正の屈折力」を持つ。したがって、全体のパワー配置は「負・正・正・正・正」である。なお、符号PRは、色合成手段としての色合成プリズムを示している。投射距離が変化するとき、平面画像と投射像とを共役関係に保つため、第1群G1が光軸方向に移動を行う。また、変倍に際しては、第1群G1と第5群G5が固定され、第2群G2、第3群G3、第4群G4が光軸方向に移動する。第1群G1の焦点距離を「 f_1 」、第2群G2の焦点距離を「 f_2 」、広角端における全系の焦点距離を「 f_w 」、望遠端における全系の焦点距離を「 f_T 」、広角端における第2群G2の最も拡大側寄りの面から、第2群G2から第5群G5までを合成した拡大側主点位置までの距離を「 DH_w 」、望遠端における第2群G2の最も拡大側寄りの面から、第2群G2から第5群G5までを合成した拡大側主点位置までの距離を「 DH_T 」、広角端における第2群G2から第5群G5までの合成の焦点距離を「 f_{pw} 」、望遠端における第2群G2から第5群G5までの合成の焦点距離を「 f_{pT} 」、第1群G1を構成する凹レンズの材質の、アッペ数の平均値を「 ν_1 」とすると、これらは、条件：

- (1) $0.3 < |f_1|/f_2 < 0.6$
- (2) $0.5 \cdot f_T/f_w < DH_w/DH_T < 1.1 \cdot f_T/f_w$
- (3) $0.7 \cdot f_T/f_w < f_{pT}/f_{pw} < 1.3 \cdot f_T/f_w$
- (4) $\nu_1 > 55$

を満足する。請求項1記載の投射用ズームレンズにおいて「第1群における少なくとも1つのレンズ面を非球面とする」ことができる（請求項2）。また、上記請求項1または請求項2記載の投射用ズームレンズにおいて「第2群における少なくとも1つのレンズ面を非球面とする」ことができる（請求項3）。

【0009】この発明の投射用ズームレンズは、上記の如く「負、正、正、正、正」の屈折力を持つ、第1群G1～第5群G5の構成とし、正の屈折力を持つ第1群G1に対し、第2群G2～第5群G5の合成屈折力を正とすることで、全体をレトロフォーカスタイプとし、3板式プロジェクタに必要な長いバックフォーカスを確保し、小さなFNo.と広画角を実現している。また、絞りSを第3群G3と第4群G4の間に設け、第3群G3あるいは第4群G4と一体に移動させることで、広角端から望遠端への変倍に伴い、絞りSを液晶パネルなど「平面画像を表示する面（表示面）」から遠ざかるように変位させることができる。このようにすると、絞りSが、焦点距離の増加にしたがい、表示面から遠ざかるの

で、全ての変倍範囲にわたり「縮小側において略テレセントリックな特性」を得ることができる。条件（1）は、第1群G1、第2群G2において発生する球面収差を「良好に保つための条件」であり、上限を超えると球面収差がレンズ側に倒れ、下限を超えるとレンズと反対側に倒れ、他の群での補正が困難となる。従来からプロジェクタ用ズームレンズには、長いバックフォーカスが確保しやすいということで第1群が凹の屈折力、第2群が凸の屈折力を持った2群式ズームレンズがよく用いられてきた。2群式ズームレンズの場合、図2に示すように第1群G1と第2群G2の間隔を変化させることで変倍を行う。

【0010】この発明の投射用ズームレンズは、負の屈折力の第1群、正の屈折力の第2群、第3群、第4群、第5群の構成となっているため、前述のように、第1群とそれ以外の群とに大きく分けて「凹・凸のパワー配置」になっていると考えることができる。2群式ズームレンズでは、第1群と第2群の群間隔の変化のみで全系の焦点距離を変化させるが、この発明のレンズでは、第1群と、第2群から第5群までの合成の拡大側（第1群側）主点位置までの距離を変化させると同時に、第2群から第5群までの合成の焦点距離も変化することで変倍がなされている。したがって、2群式ズームレンズにおいて、群どうしの主点間隔のみで変倍を行う場合に比して、この発明の投射用ズームレンズでは、各群のパワーを小さくできるとともに、変倍時の「移動群の移動量」も比較的小さく抑えることが可能となり、諸収差の発生量も低く抑えることができる。変倍比は、望遠端の焦点距離と広角端の焦点距離の比 f_T/f_w で与えられるが、条件式（2）、条件式（3）は、十分な性能を保ちつつ、液晶プロジェクタ用の投射用ズームレンズとして必要な変倍比を確保するための条件である。条件式

（2）において、条件の下限を超えると、必要な変倍比に比して、「第2群から第5群までの合成の拡大側主点位置」の変化が少なくなり、「第2群から第5群までの合成の焦点距離」の変化を大きくせざるを得ず、非点収差、コマ収差などの発生が大となり、結像性能の低下を招きやすい。また、上限を超えると、必要な変倍比に比して、「第2群から第5群までの合成の拡大側主点位置」の変化が大きくなりすぎ、移動群の変動範囲を広く確保する必要上、レンズ全体が大型化してしまう。条件式（3）において、条件の下限を超えると、必要な変倍比に比して、「第2群から第5群までの合成の焦点距離」の変化が少なく、条件式（2）の上限を超えた場合と同様、移動群の変倍範囲を広く確保しなければならなくなり、レンズ全体の大型化を招く。条件式（3）の上限を超えると必要な変倍比に比して、「第2群から第5群までの合成の焦点距離」の変化が大きくなりすぎ、非点収差、コマ収差などの発生量が大となり、結像性能が低下しやすい。

【0011】条件式(4)は、倍率色収差を抑えるための条件であり、第1群を構成する凹レンズの材質の、アッペ数の単純平均が条件を満足しない場合、拡大側(スクリーン側)において、緑色像に対して、赤色像が小さく、青色像が大きくなり、他の群での補正が困難となる。また、第1群の少なくとも1つのレンズ面を非球面とすることで、諸収差の発生を小さく抑え、性能のより良好なレンズ、あるいはレンズ枚数の少ない安価なレンズとすることができる。同様に、第2群の少なくとも1つのレンズ面を非球面とすることで、諸収差の発生を小さく抑え、性能のより良好なレンズ、あるいはレンズ枚数の少ない安価なレンズとすることができる。更に、第1群の少なくとも1つのレンズ面と、第2群の少なくとも1つのレンズ面を非球面とすることで、一層性能の良好なレンズ、あるいはレンズ枚数の少ない安価なレンズとすることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に、この発明の投射用ズームレンズの実施の形態として、具体的な実施例を6例挙げ*

実施例1

i	R _i	D _i	j	N _j	ν _j
0:	∞	1900.000			
1:	146.871	2.867	1	1.74330	49.2
2:	-24535.458	0.200			
3:	74.956	1.600	2	1.48749	70.4
4:	19.419	可変			
5:	134.975	1.600	3	1.48749	70.4
6:	21.744	5.229			
7:	23.745	3.181	4	1.80610	33.3
8:	36.302	可変			
9:	68.879	3.557	5	1.83500	43.0
10:	-39.674	1.600	6	1.80518	25.5
11:	-88.065	11.027			
12:(絞り)	∞	可変			
13:	-31.687	1.600	7	1.64769	33.8
14:	48.266	0.971			
15:	467.096	4.069	8	1.61800	63.4
16:	-21.417	2.258			
17:	-13.222	1.978	9	1.75520	27.5
18:	-26.847	0.615			
19:	-40.629	6.389	10	1.62041	60.3
20:	-19.151	0.200			
21:	-191.434	3.930	11	1.62041	60.3
22:	-46.777	可変			
23:	51.051	6.189	12	1.62041	60.3
24:	-149.712	5.000			
25:	∞	28.200	13	1.51680	64.2
26:	∞	6.789			
IMG:	∞	0.000			

第25面、第26面は色合成プリズムの射出側面および入射側面である。

* 各実施例において、拡大側から数えて第i番目の面(絞りSの面を含む)の曲率半径(非球面にあっては近軸曲率半径)を「R_i」、拡大側から数えて第i番目の面と第i+1番目の面の光軸上の面間隔を「D_i」とする。なお、i=IMGは「液晶パネルの画像表示面」を表し、i=0は「スクリーン」を表す。D₀は「スクリーンから第1レンズ面までの距離」を表す。拡大側から数えて第j番目のレンズ材質の、d線に対する屈折率をN_j、アッペ数をν_jとする。非球面形状は以下の表示形式による。

$$Z = (1/R_i) \cdot h^2 / [1 + \sqrt{1 - (K+1) \cdot (1/R_i)^2 \cdot h^2}] + A \cdot h^4 + B \cdot h^6 + C \cdot h^8$$

この式において、Z:光軸方向の座標、h:光軸直行方向の座標、R_i:軸上曲率半径、K:円錐定数、A、B、C:高次の係数であり、これらを与えて、非球面形状を特定する。計算基準波長は「546.1nm」である。

【0013】

【実施例】

可変量

焦点距離	22.476	24.630	26.968
D 4	5.229	5.351	5.540
D 6	11.832	6.854	1.733
D 1 2	7.519	8.895	9.260
D 2 2	1.000	4.480	9.047
条件式 (1) の値	0.40		
条件式 (2) の値	1.02	(f T / f w = 1.2)	
条件式 (3) の値	1.09	(f T / f w = 1.2)	
条件式 (4) の値	70.4		

【0014】

実施例2

i	R i	D i	j	N j	ν j
0:	∞	1900.000			
1:	50.897	1.600	1	1.48749	70.4
2:	18.180	5.472			
3:	98.718	1.600	2	1.48749	70.4
4:	20.948	可変			
5:	40.951 (*)	0.050	3	1.52052	52.0
6:	33.366	4.037	4	1.80610	33.3
7:	132.058	可変			
8:	60.431	3.853	5	1.83500	43.0
9:	-36.892	1.600	6	1.80518	25.5
10:	-106.640	9.635			
11 (絞り)	∞	可変			
12:	-33.199	1.600	7	1.64769	33.8
13:	49.771	1.226			
14:	-227.043	3.443	8	1.61800	63.4
15:	-21.723	2.007			
16:	-13.827	1.600	9	1.75520	27.5
17:	-28.052	0.935			
18:	-44.554	5.405	10	1.62041	60.3
19:	-19.630	0.200			
20:	-192.062	3.950	11	1.62041	60.3
21:	-44.363	可変			
22:	49.879	6.001	12	1.62041	60.3
23:	-142.816	5.000			
24:	∞	28.200	13	1.51680	64.2
25:	∞	6.800			
IMG:	∞	0.000			

(*) は、ガラスの基板レンズ上に薄いプラスチックを成型してなるハイブリッドタイプの非球面であり、非球面係数は以下のとおりである。

$$K = 1.631257,$$

$$A = 0.962347E-05, B = 0.744080E-08, C = 0.752873E-10$$

上の表記で、例えば「E-05」は、「10の-5乗」を表す。以下の実施例においても同様である。

第24面、第25面は色合成プリズムの射出側面および入射側面である。

可変量

焦点距離	22.420	24.573	26.914
D 4	4.691	4.844	5.101

9

10

D 7	11.169	6.224	1.000
D 1 1	8.926	10.800	11.809
D 2 1	1.000	3.917	7.875
条件式 (1) の値	0.42		
条件式 (2) の値	0.95	(f T / f w = 1.2)	
条件式 (3) の値	1.15	(f T / f w = 1.2)	
条件式 (4) の値	70.4		

【0015】

実施例3

i	R i	D i	j	N j	ν_j
0	∞	1900.000			
1:	59.066	1.600	1	1.51680	64.2
2:	18.807	5.303			
3:	149.728	1.600	2	1.56883	56.0
4:	21.801	可変			
5:	58.965 (*)	4.003	3	1.83400	37.3
6:	-158.616	可変			
7:	60.864	3.344	4	1.83500	43.0
8:	-55.117	1.600	5	1.80518	25.5
9:	-194.315	7.060			
10: (絞り)	∞	可変			
11:	-72.092	1.600	6	1.64769	33.8
12:	39.615	1.230			
13:	262.699	3.961	7	1.61800	63.4
14:	-22.813	2.002			
15:	-14.753	1.600	8	1.75520	27.5
16:	-31.528	0.486			
17:	-55.646	5.318	9	1.72916	54.7
18:	-20.730	可変			
19:	47.805	5.658	10	1.62041	60.3
20:	-119.186	5.000			
21:	∞	28.200	11	1.51680	64.2
22:	∞	6.800			
IMG:	∞	0.000			

(*) は非球面であり、非球面係数は以下のとおりである。

$$K = 1.197839,$$

$$A = 0.840614E-05, B = 0.754203E-08, C = 0.506661E-10$$

第21面、第22面は色合成プリズムの射出側面および入射側面である。

可変量

焦点距離	22.393	24.542	26.882
D 4	5.222	5.474	5.752
D 6	12.270	6.684	1.000
D 1 0	15.144	17.553	19.085
D 1 8	1.000	3.925	7.798
条件式 (1) の値	0.45		
条件式 (2) の値	0.94	(f T / f w = 1.2)	
条件式 (3) の値	1.15	(f T / f w = 1.2)	
条件式 (4) の値	60.1		

【0016】

実施例4

(7)

特開2001-91829

11					12
i	R i	D i	j	N j	ν_j
0:	∞	1900.000			
1:	65.704	1.600	1	1.51823	59.0
2:	15.194 (*)	6.784			
3:	1019.712	1.600	2	1.56883	56.0
4:	27.077	可変			
5:	28.489	4.532	3	1.83400	37.3
6:	236.704	可変			
7:	58.458	3.213	4	1.88300	40.8
8:	-70.739	1.600	5	1.84666	23.8
9:	-330.385	9.392			
10: (絞り)	∞	可変			
11:	-41.591	1.761	6	1.67270	32.2
12:	44.911	0.963			
13:	133.909	5.102	7	1.62041	60.3
14:	-20.738	1.827			
15:	-15.069	1.600	8	1.72825	28.3
16:	-32.166	0.758			
17:	-85.513	5.909	9	1.72916	54.7
18:	-23.464	可変			
19:	47.858	6.098	10	1.62041	60.3
20:	-137.602	5.000			
21:	∞	28.200	11	1.51680	64.2
22:	∞	6.800			
IMG:	∞	0.000			

(*)は非球面であり、非球面係数は以下のとおりである。

非球面係数

K = -0.838273,

A = 0.137388E-04, B = 0.115838E-07, C = 0.502293E-10

21面、第22面は色合成プリズムの射出側面と入射側面である。

可変量

焦点距離	22.395	24.541	26.878
D4	2.000	2.109	2.251
D6	11.827	6.427	1.000
D10	12.433	14.100	15.107
D18	1.000	4.623	8.901

条件式(1)の値 0.52

条件式(2)の値 1.11 ($f_T/f_w = 1.2$)

条件式(3)の値 0.99 ($f_T/f_w = 1.2$)

条件式(4)の値 57.5

[0017]

実施例5

i	R i	D i	j	N j	ν_j
0:	∞	2200.000			
1:	69.408	1.600	1	1.48749	70.4
2:	20.661	5.725			
3:	1646.451	1.600	2	1.48749	70.4
4:	27.427	可変			
5:	39.855 (*)	0.050	3	1.52052	52.0
6:	34.277	4.349	4	1.83500	43.0

(8)

13					14
7:	149.545	可変			
8:	44.733	4.237	5	1.83500	43.0
9:	-43.800	1.600	6	1.80518	25.5
10:	-163.403	8.595			
11: (絞り)	∞	可変			
12:	-26.027	1.600	7	1.64769	33.8
13:	48.748	1.224			
14:	-225.547	3.709	8	1.61800	63.4
15:	-21.984	1.751			
16:	-14.528	1.600	9	1.75520	27.5
17:	-28.089	1.890			
18:	-40.155	4.778	10	1.62041	60.3
19:	-20.626	0.200			
20:	-208.001	3.742	11	1.62041	60.3
21:	-47.662	可変			
22:	52.337	6.416	12	1.62041	60.3
23:	-109.141	5.000			
24:	∞	28.200	13	1.51680	64.2
25:	∞	6.800			
IMG:	∞	0.000			

(*) は、ガラスの基板レンズに薄いプラスチック面を成型してなるハイブリッドタイプの非球面であり、非球面係数は以下のとおりである。

$$K = -0.505755,$$

$$A = 0.640182E-05, B = 0.384367E-08, C = 0.100503E-10$$

第24面、第25面は色合成プリズムの射出側面と入射側面である。

可変量

焦点距離	25.940	29.579	33.730
D 4	4.390	4.016	4.225
D 7	14.971	8.582	1.000
D 1 1	9.973	12.275	13.568
D 2 1	1.000	5.460	11.540

条件式(1)の値 0.48

条件式(2)の値 0.78 ($f_T/f_w = 1.3$)

条件式(3)の値 1.40 ($f_T/f_w = 1.3$)

条件式(4)の値 70.4

[0018]

実施例6

i	R i	D i	j	N j	ν_j
0:	∞	1900.000			
1:	54.635	1.600	1	1.48749	70.4
2:	17.640(*1)	5.720			
3:	106.385	1.600	2	1.48749	70.4
4:	21.425	可変			
5:	34.343(*2)	0.050	3	1.52052	52.0
6:	25.758	4.215	4	1.80610	33.3
7:	79.075	可変			
8:	50.309	4.210	5	1.83500	43.0
9:	-36.702	1.600	6	1.80518	25.5
10:	-148.865	9.060			
11 (絞り)	∞	可変			

15					16
12:	-32.024	1.600	7	1.64769	33.8
13:	47.116	0.999			
14:	794.561	4.194	8	1.48749	70.4
15:	-20.023	1.630			
16:	-14.178	1.600	9	1.75520	27.5
17:	-27.672	1.179			
18:	-38.930	4.694	10	1.62041	60.3
19:	-20.494	0.200			
20:	-583.908	4.548	11	1.62041	60.3
21:	-42.824	可変			
22:	48.531	6.171	12	1.62041	60.3
23:	-146.327	5.000			
24:	∞	28.200	13	1.51680	64.2
25:	∞	6.8			
IMG:	∞	0.000			

(＊１)は非球面であり、非球面係数は以下のとおりである。

$$K = -0.263489,$$

$$A = -0.620044E-06, B = -0.945413E-08, C = 0.166740E-10$$

(＊２)は、ガラスの基板の上に薄いプラスチックを成型してなるハイブリッドタイプの非球面であり、非球面係数は以下のとおりである。

$$K = 0.183240,$$

$$A = 0.476384E-05, B = 0.180091E-08, C = 0.503202E-10$$

第２４面、第２５面は色合成プリズムの射出側面と入射側面である。

可変量

焦点距離

D 4	4.800	4.886	5.118
D 7	11.043	6.177	1.000
D 1 1	8.286	9.771	10.552
D 2 1	1.000	4.295	8.459

条件式(１)の値 0.43

条件式(２)の値 0.99 ($f_T/f_w = 1.2$)

条件式(３)の値 1.11 ($f_T/f_w = 1.2$)

条件式(４)の値 70.4

【0019】図３及び図４に、実施例１の投射用ズームレンズの広角端及び望遠端におけるレンズ断面図を示す。図５および図６に、実施例１に関する広角端及び望遠端における縦収差図を、また図７および図８に、実施例１に関する広角端および望遠端における横収差図を示す。図９及び図１０に、実施例２の投射用ズームレンズの広角端及び望遠端におけるレンズ断面図を示す。図１１および図１２に、実施例２に関する広角端及び望遠端における縦収差図を、また図１３および図１４に、実施例２に関する広角端および望遠端における横収差図を示す。図１５及び図１６に、実施例３の投射用ズームレンズの広角端及び望遠端におけるレンズ断面図を示す。図１７および図１８に、実施例３に関する広角端及び望遠端における縦収差図を、また図１９および図２０に、実施例３に関する広角端および望遠端における横収差図を示す。図２１及び図２２に、実施例４の投射用ズームレンズの広角端及び望遠端におけるレンズ断面図を示す。

図２３および図２４に、実施例４に関する広角端及び望遠端における縦収差図を、また図２５および図２６に、実施例４に関する広角端および望遠端における横収差図を示す。図２７及び図２８に、実施例５の投射用ズームレンズの広角端及び望遠端におけるレンズ断面図を示す。図２９および図３０に、実施例５に関する広角端及び望遠端における縦収差図を、また図３１および図３２に、実施例５に関する広角端および望遠端における横収差図を示す。図３３及び図３４に、実施例６の投射用ズームレンズの広角端及び望遠端におけるレンズ断面図を示す。図３５および図３６に、実施例６に関する広角端及び望遠端における縦収差図を、また図３７および図３８に、実施例６に関する広角端および望遠端における横収差図を示す。上記各レンズ断面図における符号PRは、色合成プリズムを示す。また各収差図において、「G」は波長546.1nmでの収差、「R」は波長610.0nmでの収差、「B」は波長460.0nmで

の収差を表し、「S」は波長546.1nmでのサジタル像面、「T」は波長546.1nmでのタンジェンシャル像面を表す。

【0020】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明によれば、新規な投射用ズームレンズを実現できる。この発明の投射用ズームレンズは、各実施例に関する収差図から明らかなように、各種収差が極めて良好であり、特に「3板式プロジェクタに用いられる投射用ズームレンズ」として要請される属性が極めて優れている。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の投射用ズームレンズを説明するための図である。

【図2】比較例として示す2群式ズームレンズのレンズ断面図である。

【図3】実施例1の広角端におけるレンズ断面図である。

【図4】実施例1の望遠端におけるレンズ断面図である。

【図5】実施例1の広角端における縦収差図である。

【図6】実施例1の望遠端における縦収差図である。

【図7】実施例1の広角端における横収差図である。

【図8】実施例1の望遠端における横収差図である。

【図9】実施例2の広角端におけるレンズ断面図である。

【図10】実施例2の望遠端におけるレンズ断面図である。

【図11】実施例2の広角端における縦収差図である。

【図12】実施例2の望遠端における縦収差図である。

【図13】実施例2の広角端における横収差図である。

【図14】実施例2の望遠端における横収差図である。

【図15】実施例3の広角端におけるレンズ断面図である。

【図16】実施例3の望遠端におけるレンズ断面図である。

【図17】実施例3の広角端における縦収差図である。 *

*【図18】実施例3の望遠端における縦収差図である。

【図19】実施例3の広角端における横収差図である。

【図20】実施例3の望遠端における横収差図である。

【図21】実施例4の広角端におけるレンズ断面図である。

【図22】実施例4の望遠端におけるレンズ断面図である。

【図23】実施例4の広角端における縦収差図である。

【図24】実施例4の望遠端における縦収差図である。

【図25】実施例4の広角端における横収差図である。

【図26】実施例4の望遠端における横収差図である。

【図27】実施例5の広角端におけるレンズ断面図である。

【図28】実施例5の望遠端におけるレンズ断面図である。

【図29】実施例5の広角端における縦収差図である。

【図30】実施例5の望遠端における縦収差図である。

【図31】実施例5の広角端における横収差図である。

【図32】実施例5の望遠端における横収差図である。

【図33】実施例6の広角端におけるレンズ断面図である。

【図34】実施例6の望遠端におけるレンズ断面図である。

【図35】実施例6の広角端における縦収差図である。

【図36】実施例6の望遠端における縦収差図である。

【図37】実施例6の広角端における横収差図である。

【図38】実施例6の望遠端における横収差図である。

【符号の説明】

レンズ断面図中の記号の説明

G1 第1群

G2 第2群

G3 第3群

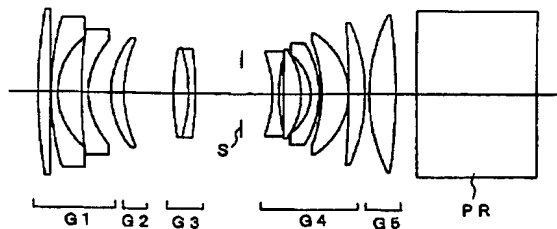
G4 第4群

G5 第5群

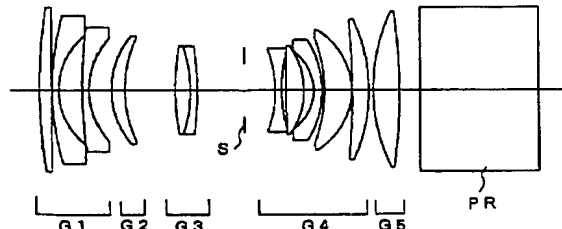
S 絞り

PR 色合成プリズム

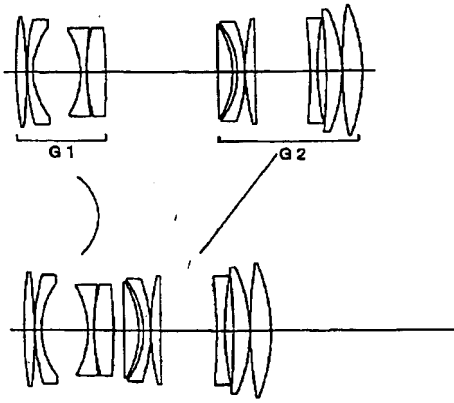
【図1】



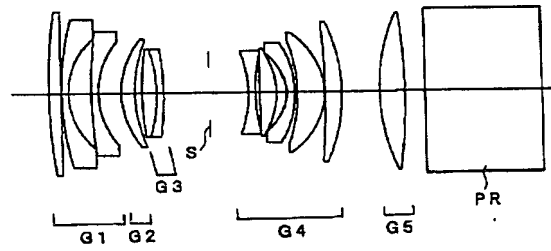
【図3】



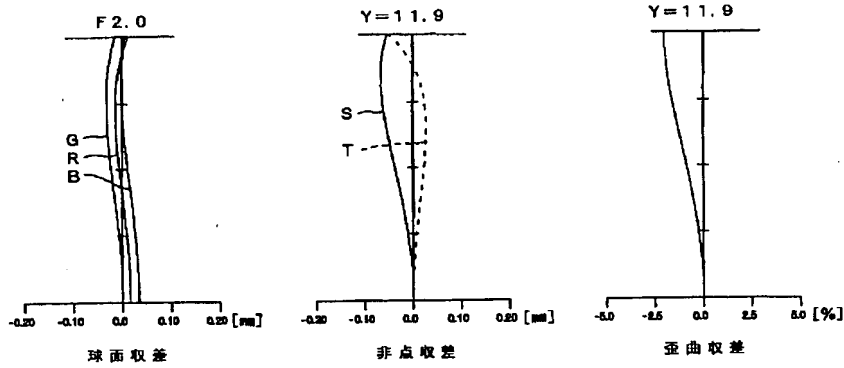
【図2】



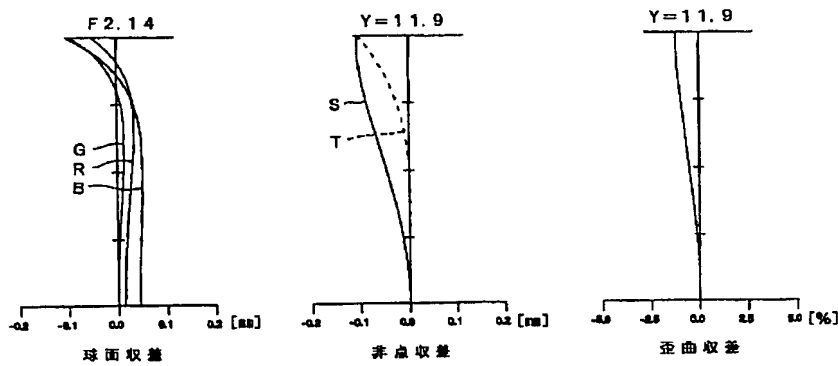
【図4】



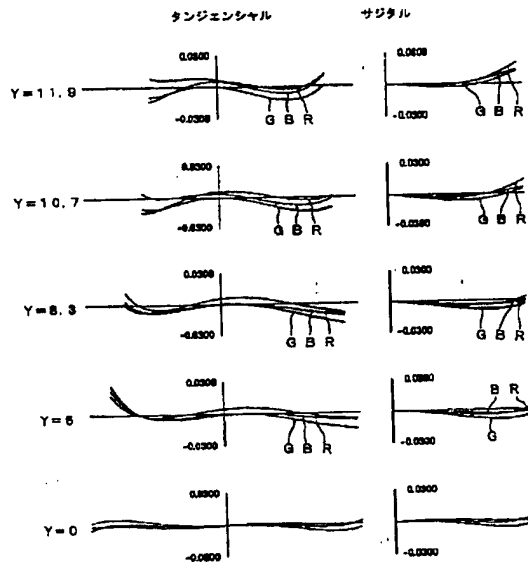
【図5】



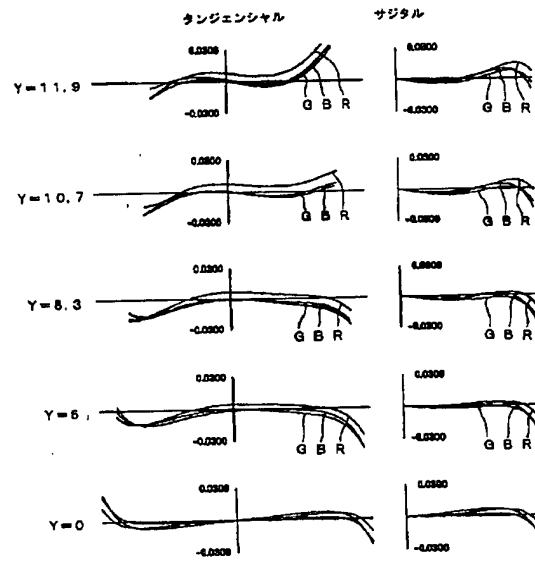
【図6】



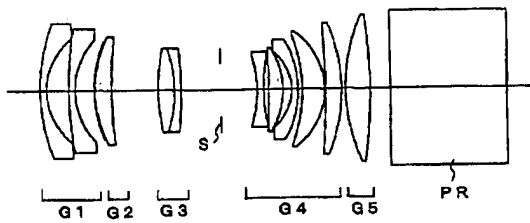
【図7】



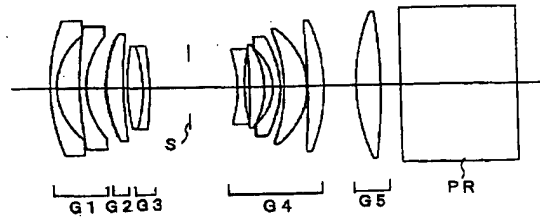
【図8】



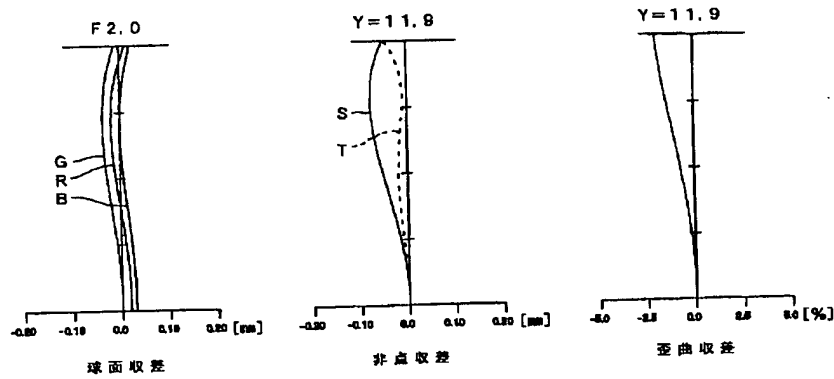
【図9】



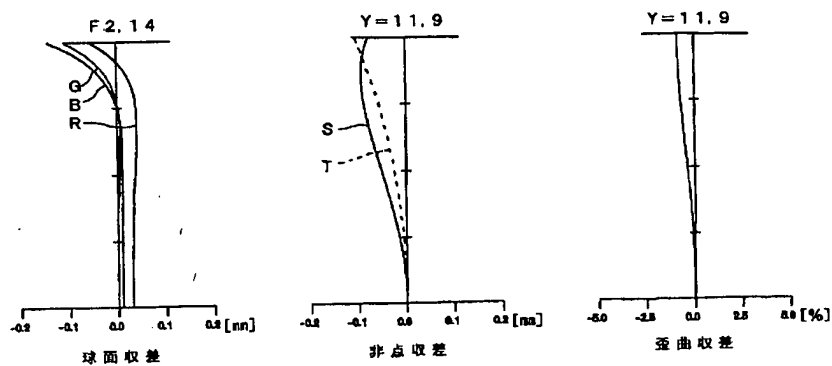
【図10】



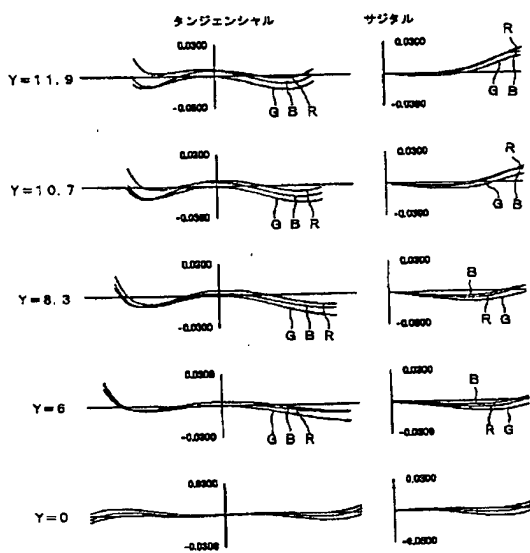
【図11】



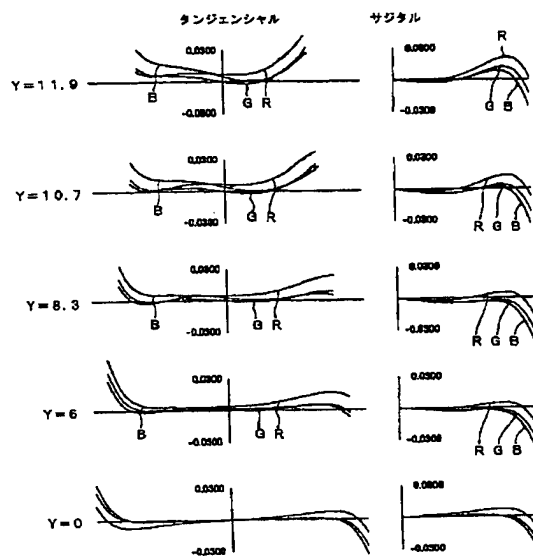
【図12】



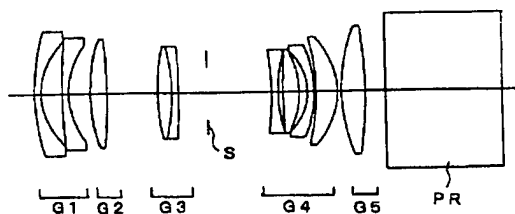
【図13】



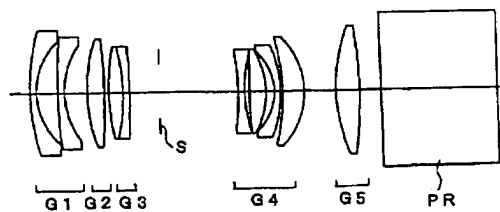
【図14】



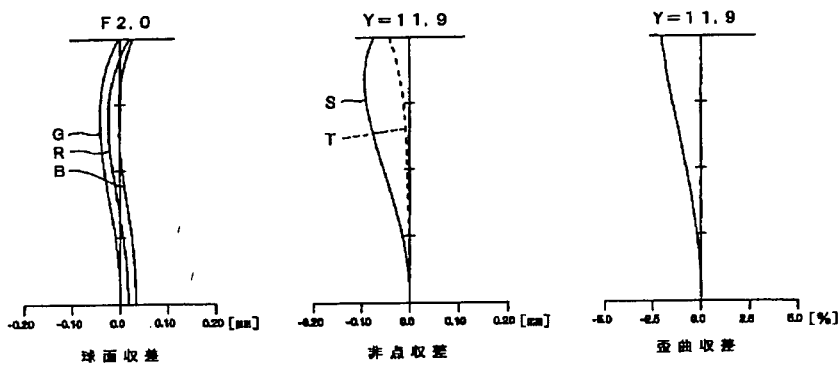
【図15】



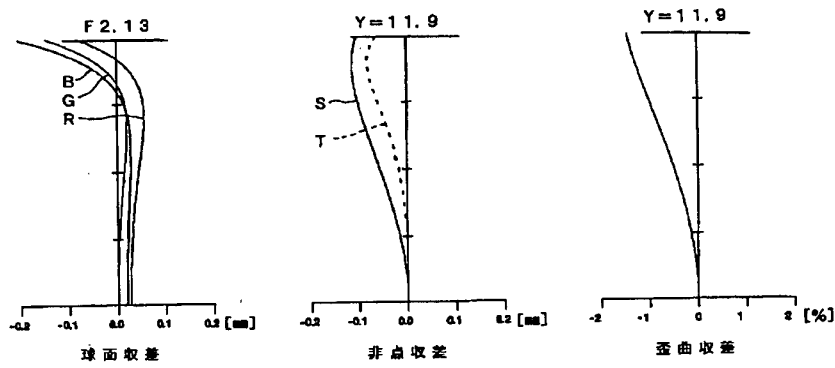
【図16】



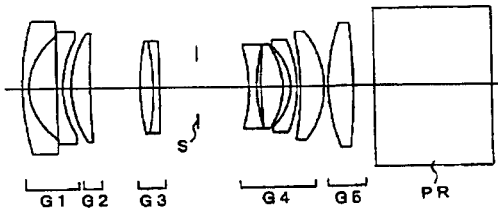
【図17】



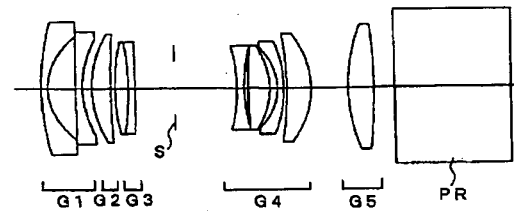
【図18】



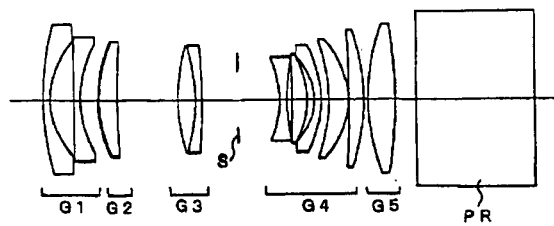
【図21】



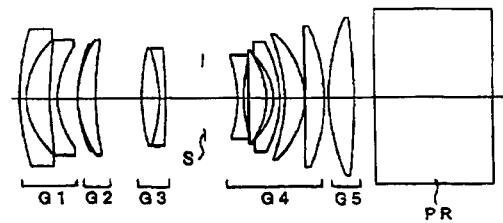
【図22】



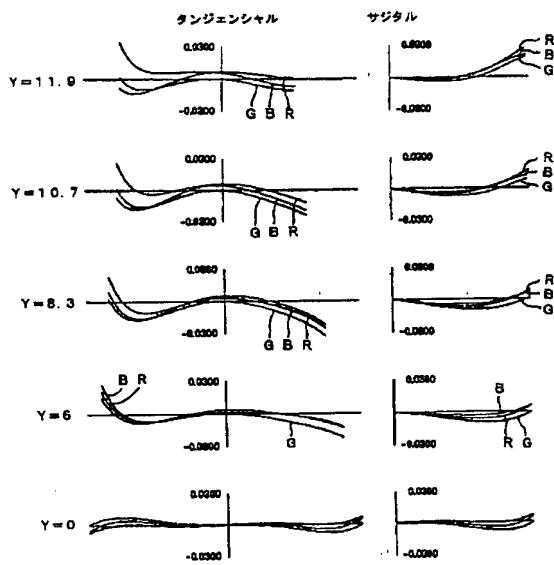
【図27】



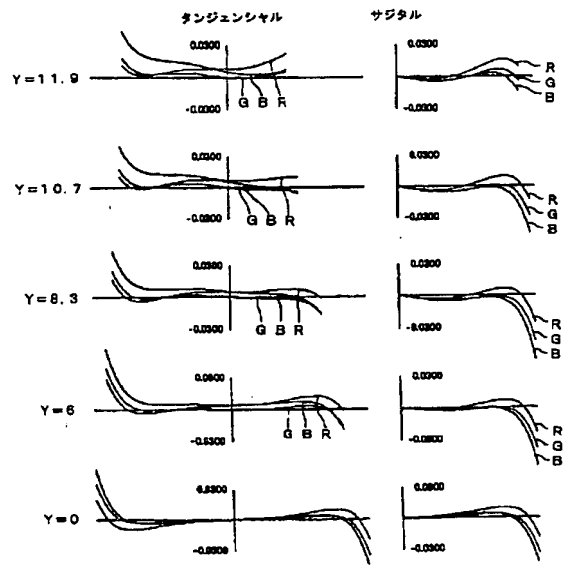
【図33】



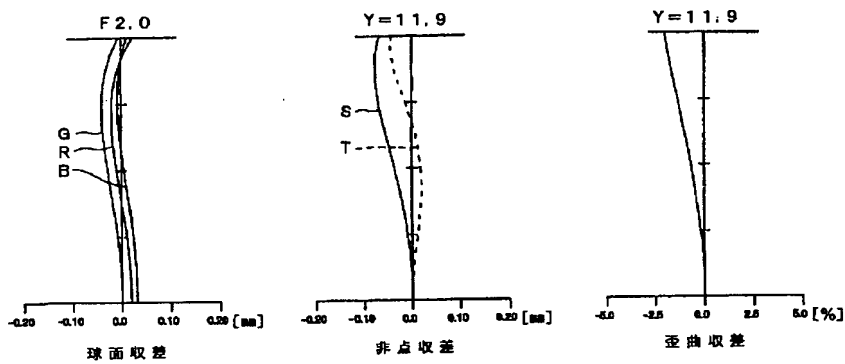
【図19】



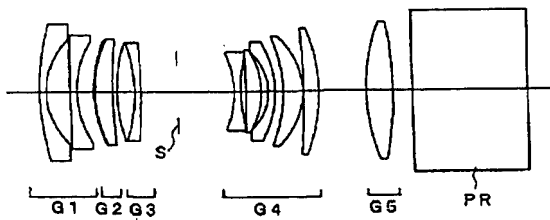
【図20】



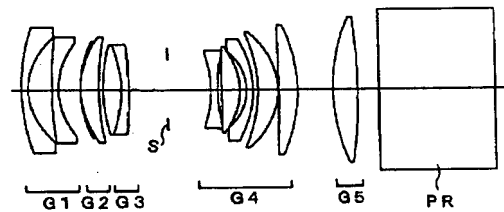
【図23】



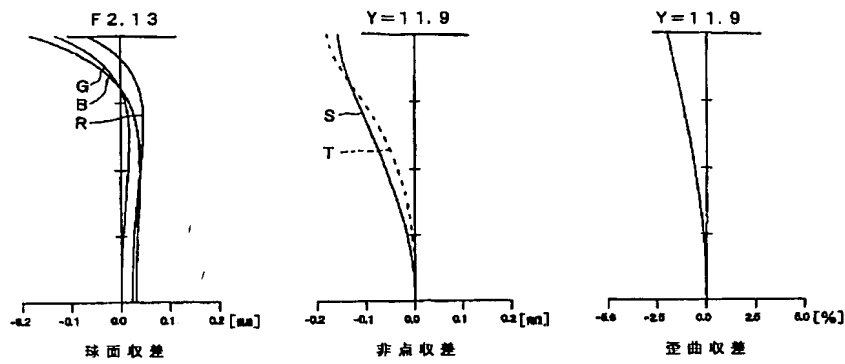
【図28】



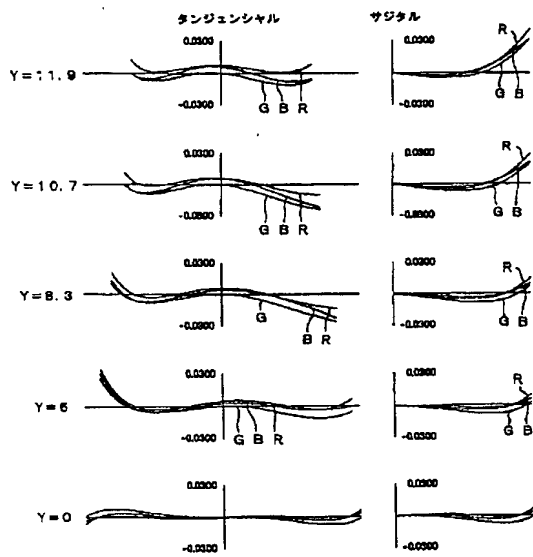
【図34】



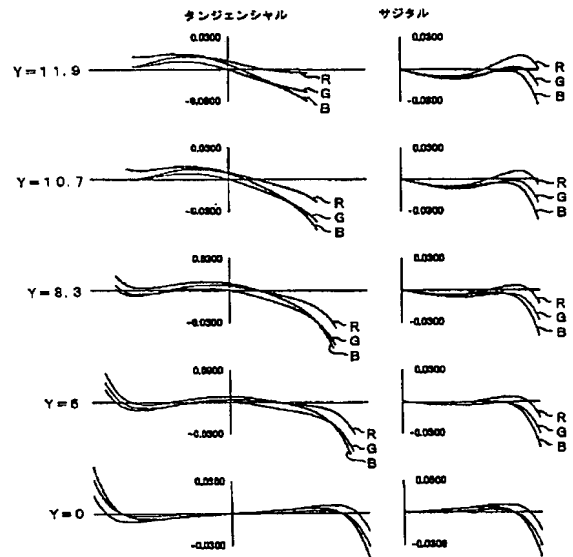
【図24】



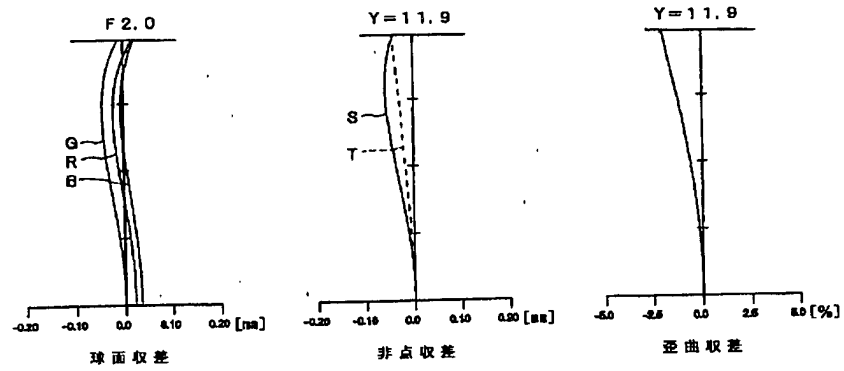
【図25】



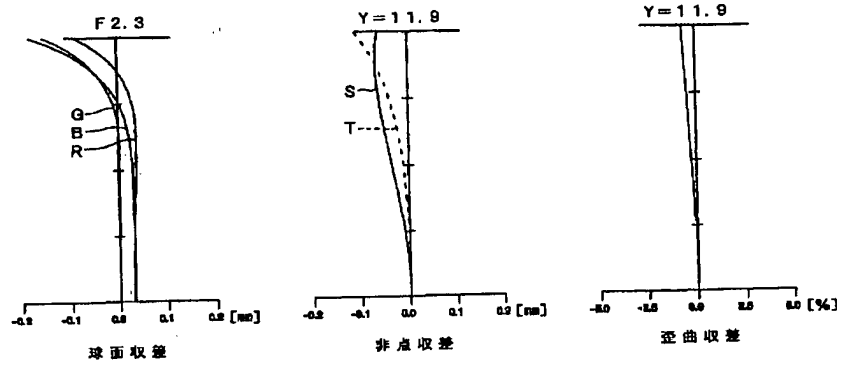
【図26】



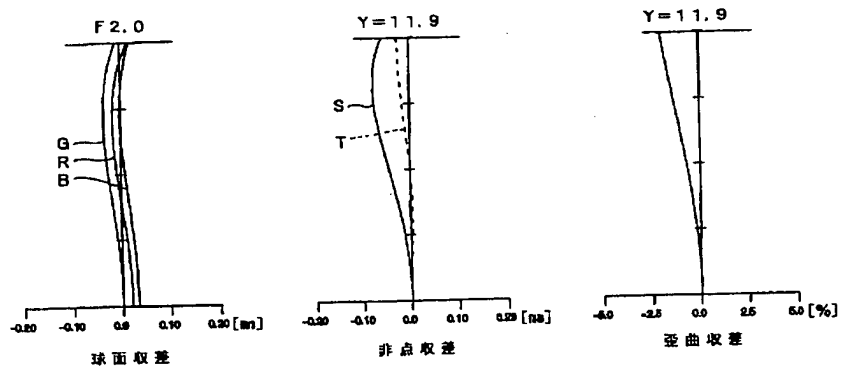
【図29】



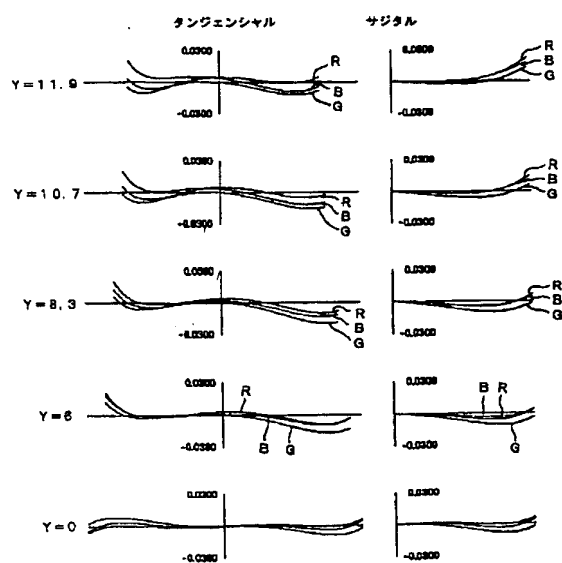
【図30】



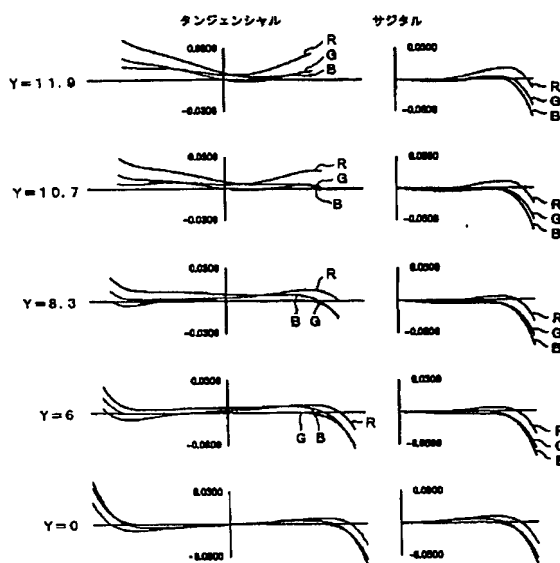
【図35】



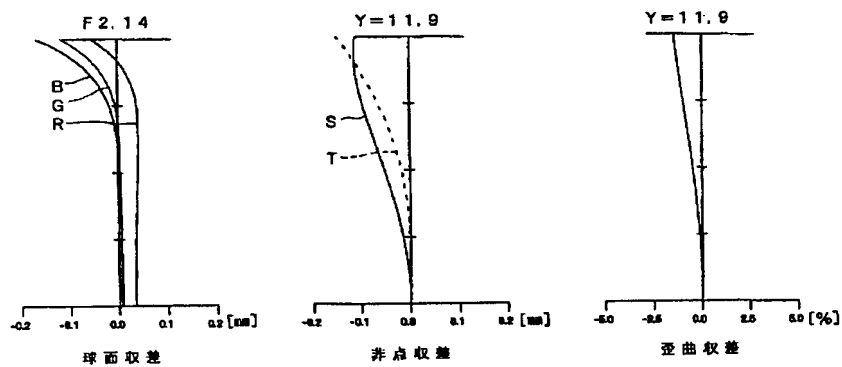
【図31】



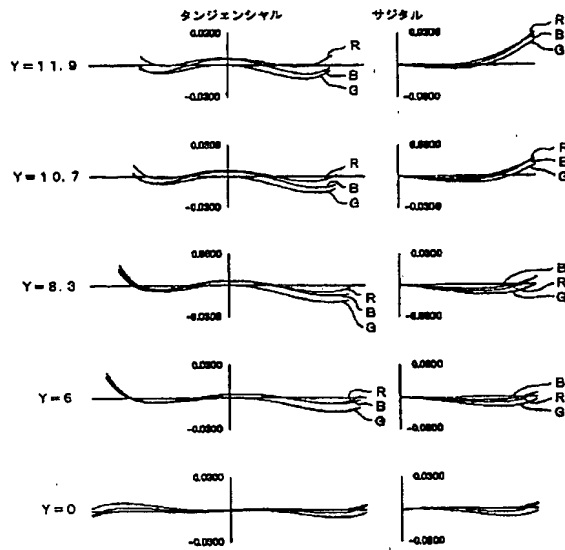
【図32】



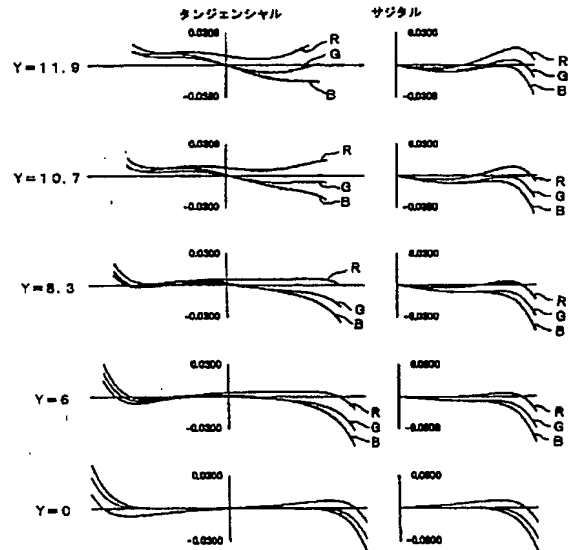
【図36】



【図37】



【図38】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA06 PA09 PA10 PA11 PA18
 PA19 PB10 PB12 QA02 QA07
 QA14 QA17 QA22 QA25 QA26
 QA34 QA41 QA45 QA46 RA05
 RA12 RA36 RA41 SA44 SA46
 SA49 SA52 SA55 SA63 SA64
 SA65 SA72 SA76 SB03 SB12
 SB13 SB23 SB35 SB36 SB42
 UA01